

**KONTROLA KVALITETA OTISAKA U INK JET ŠTAMPI****INK JET PRINT QUALITY CONTROL**Uroš Milošević, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

**Kratak sadržaj** – U okviru rada predstavljena su istraživanja iz oblasti digitalne štampe. Štampanje je vršeno na tri različite podloge korišćenjem tri različite štamparske mašine. Istraživanja su zasnovana na ispitivanju kvaliteta štampanih otisaka, zatim njihovom skeniranju i digitalnom merenju putem Image J metode kontrole kvaliteta, kao i merenju spektrofotometrijskih vrednosti otisaka na podlogama i analizi dobijenih rezultata na osnovu kojih je ustanovljen kvalitet datih otisaka u odnosu na vrstu podloge i štamparsku mašinu na kojoj su dobijeni.

**Ključne reči:** digitalna štampa, kontrola kvaliteta, Image J metoda

**Abstract** – The research results in the field of digital printing technique are presented in this paper. Printing process was done on three different surfaces and three different printing machines. The research was based on the quality of the samples, scanning, Image J method and measurement of the spectrophotometric values of the prints on substrates and on analysis of the obtained results on the basis of which is determined the quality depending on the printed surface and printing machine.

**Keywords:** digital printing, quality analysis of the printed proofs, Image J method

**1. UVOD**

Digitalna štampa danas zauzima bitno mesto u grafičkoj industriji, i jedna je od najsavremenijih tehnika štampanja. Specifično za digitalnu štampu je to što koristi digitalni fajl preuzet sa personalnog računara ili bilo kojeg uređaja za skladištenje podataka. Prednost digitalne štampe su što štampani fajlovi mogu biti u PDF formatu, ali takođe i u formatima koje podržavaju softveri poput Adobe Illustrator i Adobe Indesign.

Kada se govori o razlici između digitalne štampe i tradicionalnih metoda štampe najveća razlika je u tome što se kod digitalne štampe ne koristi štamparska forma. Odsustvo štamparske forme ogleda se u karakteristici da su smanjeni troškovi kao i vreme otiskivanja. Razlika je i pri samom procesu štampe, gde se upotrebljavaju rasterske slike koje se direktno šalju u štamparsku mašinu. U osnovi rasterska slika je poznata kao bitmapa koja je sastavljena od mreže X i Y koordinata prikazanih na ekranu [1].

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Kašiković, van. prof.**

Prednost digitalne štampe je takođe i širok opseg štampanja grafičkih medija, kao i mnoštvo metoda štampanja. Tehnika opisana u ovom radu je Ink Jet proces štampe, koji u osnovi jeste bezkontaktna tehnologija, koja boju prenosi direktno ili indirektno na podlogu za štampu. Ink Jet tehnologiju možemo podeliti na Continuous Ink jet i Drop on Demand Ink Jet [2].

Eksperiment je vršen sa ciljem ispitivanja postojanosti kvaliteta otisaka odštampanih tehnikom digitalne Ink Jet štampe, kao i ispitivanje promena kvaliteta u odnosu na vrstu podloge na kojoj se štampa kao i mašine za štampu.

**2. METOD IZVOĐENJA EKSPERIMENTA**

Eksperiment je započet tako što se odabrala odgovarajuća test forma prikazana na slici 1, za kontrolu kvaliteta za sve odštampane materijale. Test forma je zatim prosleđena štampariji NS Plakat u Novom Sadu, gde je izvršena štampa date test forme na tri različite podloge i tri različite mašine metodom Ink Jet štampe. Uzorci su odštampani na mašinama Durst RHO P10 200, HP Latex 570 i HP Scitex 5300, uz to da su profili boja isključeni na svim mašinama, i korišćene su odgovarajuće štamparske boje.

Kao što je prethodno navedeno, štampa je izvršena na tri različite podloge.

Materijali korišćeni u eksperimentu su: 1. Sjajna PVC folija; 2. Backlit podloga za štampu; 3. Frontlit podloga za štampu.



Slika 1. Izgled odštampane test forme

Po dobijanju odštampanih uzoraka pristupljeno je njihovom merenju. Kako bi se dobili što tačniji rezultati i što preciznije vrednosti kvaliteta otisci su mereni na apsolutno crnoj podlozi radi boljeg odstranjivanja uticaja podloge na kojoj se meri. U okviru ovog eksperimenta primenjena je metoda merenja putem uređaja Spectrodens prikazan na slici 2. Ovaj refleksi spektrofotometar ima mogućnost proračunavanja svih denzitometrijskih veličina (porast tonske vrednosti, preklapanje, optička gustina, beline i žutoće), kao i kolorimetrijskih (CIE Lab vrednosti) i iscrtavanje spektralnih kriva [3]. U okviru eksperimentalnog dela, uređaj je korišćen za merenje

optičke gustine, porasta tonskih vrednosti, beline i žutoće kao i za određivanje vrednosti L, a i b koordinata na prethodno utvrđenim mestima po površini uzoraka. Nakon merenja uzoraka i određivanja krajnjih vrednosti merenja uzorci su skenirani u digitalne datoteke pomoću uređaja CanonScan 5600F. U softveru Image J vršena je analiza skeniranih slika i izvršena su merenja kvaliteta linije veličine od 0,4, 0,5, 0,5 mm i kvalitet rasterske tačke veličina od 1 i 2 pt.

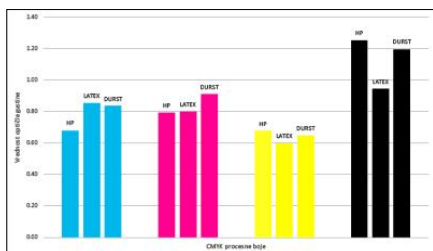


Slika 2. Techkon SpectroDens

### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

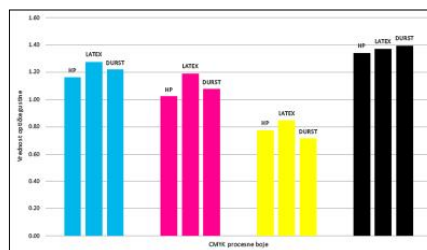
Za svaku podlogu prilikom merenja vršeno je 6 merenja i to tako da su odštampane po dve test karte na jednom otisku. U zavisnosti od dobijenih vrednosti, u nastavku je predstavljeno poređenje materijala koji su pokazali najveći stepen kvaliteta reprodukcije vrednosti određenih test formom, i onih koji su pokazali najlošije rezultate pri kontroli kvaliteta otisaka. Na osnovu optičke gustine dobija se svetliji ili tamniji ton boje, pri merenju porasta tonskih vrednosti kod uzoraka merenja su vršena na delu test forme gde postoji raspon od 10% do 100% popunjenosti mernog polja bojom. Merenjem beline i žutoće otisaka može se odrediti koliko određena podloga ima vizuelnu belinu i svetlinu, koja se dopunjuje pri štampi kako bi neutralisali prirodnu plavu refleksiju i smanjila tendencija preostalog lignina u papiru da žuti pri eksponiranju. Merenjem spektralne refleksije može se odrediti da li se određena boja nalazi u delu vidljivog spektra koji je predodređen za nju, odnosno gde je refleksija najveća u zavisnosti od talasne dužine. Kod digitalne štampe i kontrole digitalnih otisaka koji se u principu zasniva na omogućavanju procene osnovnih elemenata slike, kao što su površina, tačka i linija. Pri proceni ovih parametara uzorci su skenirani i mereni u softveru Image J, gde su vršena merenja atributa površine i atributa linije.

Na grafiku 1 za vrednosti optičkih gustina kod backlit podloge moguće je uočiti da najveće vrednosti optičke gustine ima otisak kod mašine HP Scitex kod crne procesne boje, dok su kod ostalih procesnih boja vrednosti približne, osim kod magenta gde otisak dobijen na mašini Durst ima znatni porast tonskih vrednosti.



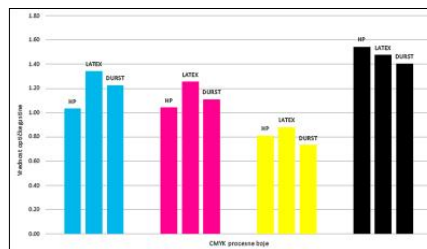
Grafik 1. Grafički prikaz vrednosti optičkih gustina za sve mašine kod backlit podloge

Posmatrajući dati grafik 2 za optičke gustine kod frontlit podloge može se primetiti da su najveće vrednosti optičke gustine kod otiska dobijenog na HP Latex mašini, osim za crnu procesnu boju gde su rezultati približni za sve tri mašine, ali najveću vrednosti ima otisak dobijen na Durst mašini.



Grafik 2. Grafički prikaz vrednosti optičkih gustina za sve mašine kod frontlit podloge

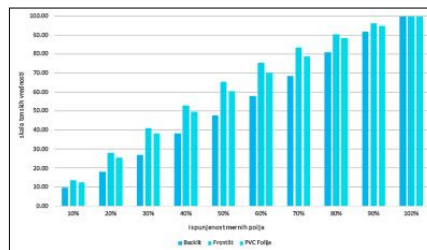
Na datom grafiku 3 za vrednosti optičke gustine kod otiska na PVC foliju može se primetiti da najveću vrednosti za veći deo procesnih boja ima otisak dobijen na mašini HP Latex, dok kod crne procesne boje vrednosti linearno opadaju, a najveću vrednosti zadržava otisak odbijen na mašini HP Scitex.



Grafik 3. Grafički prikaz vrednosti optičkih gustina za sve mašine kod PVC folije

Na grafiku 4 prikazane su vrednosti tonskih vrednosti za cijan procesnu boju dobijenih na mašini HP Scitex, može se primetiti da znatne poraste vrednosti ima frontlit podloga, dok su najmanje vrednosti zapažene su kod backlit podloge.

Sve merene vrednosti optičkih gustina ukazuju da je najkvalitetnija štampa na mašini HP Latex, a zatim idu mašine Durst i HP Scitex, shodno vrsti grafičkog proizvoda može se odabrati određen kvalitet štampe.

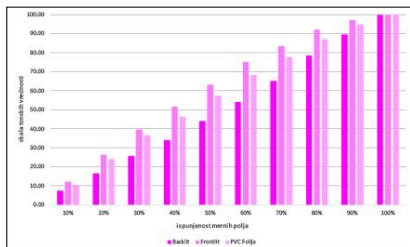


Grafik 4. Grafički prikaz porasta tonskih vrednosti za cijan procesnu boju

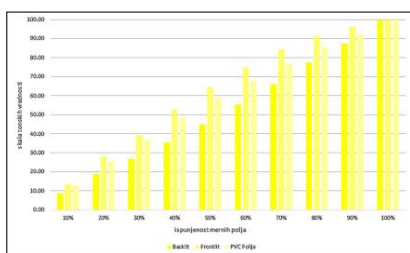
Na grafiku 5 prikazane su tonske vrednosti kod magenta procesne boje dobijene na mašini HP Scitex 5300. Kao i za cijan boju, i kod magenta je zapažen porast vrednosti na svim poljima kod frontlit podloge, dok najmanje vrednosti ima backlit podloga.

Na grafiku 6, prikazane su merene vrednosti tonskih vrednosti kod žute procesne boje na mašini HP Scitex 5300.

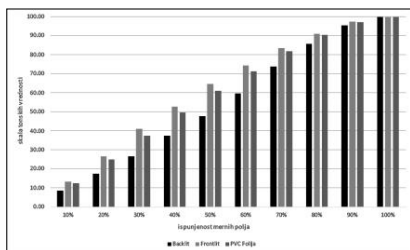
Kod žute procesne boje je isti slučaj kao i sa dve prethodno izmerene boje, gde najveće izmerene vrednosti otisaka ima frontlit podloga, dok su najmanje zabeležene vrednosti kod backlit podloge. Posmatrajući grafik za tonske vrednosti crne procesne boje može se primetiti da ima iste vrednosti kao i prethodno opisani grafici ostalih procesnih boja.



Grafik 5. Grafički prikaz porasta tonskih vrednosti za magenta procesnu boju



Grafik 6. Grafički prikaz porasta tonskih vrednosti za žutu procesnu boju



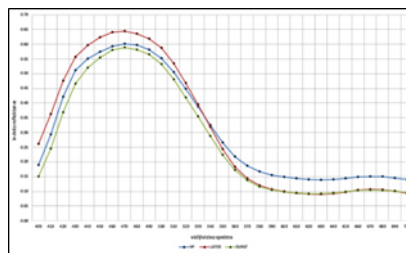
Grafik 7. Grafički prikaz porasta tonskih vrednosti za crnu procesnu boju

Takođe vršena su merenja porasta tonskih vrednosti i za otiske na mašinama HP Latex i Durst. Kod otisaka na mašini HP latex izmerene vrednosti su približno jednake kao prethodno opisani grafici za otiske kod mašine HP Scitex 5300, gde najveće izmerene vrednosti imaju otisci na frontlit podlozi dok su najmanje vrednosti kod backlit podloge.

Kod otisaka odštampatih na mašini Durst najveću vrednosti ima PVC folija za većinu mernih polja, dok najmanju vrednosti ima backlit podloga, osim kod crne procesne boje gde je primećen znatan pad na poljima od 10% i 20% porasta tonske vrednosti kod backlit podloge. Tokom celog eksperimenta može se zaključiti da je porast tonskih vrednosti u većini slučajeva zadovoljavajući i da su boje konzistentne.

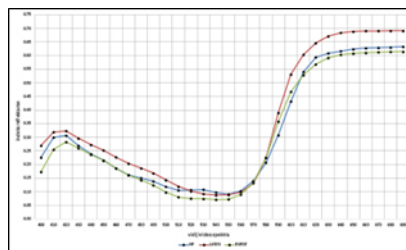
Na grafiku 8 prikazana je kriva spektralne refleksije cijan procesne boje za otiske dobijene na svim mašinama kod frontlit podloge.

Sa grafika se može videti da krive imaju najveću vrednosti u opsegu talasnih dužina između 460 – 490 nm što odgovara plavom delu spektra i merenoj cijan procesnoj boji.



Grafik 8. Grafički prikaz krive spektralne refleksije za cijan procesnu boju

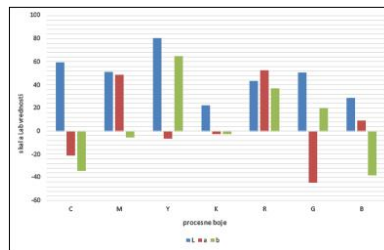
Na grafiku 9 prikazana je kriva spektralne refleksije magenta procesne boje za otiske na svim mašinama kod frontlit podloge. Kao što se vidi sa grafika najveći stepen reflektanse krive imaju u delu vidljivog spektra od 630 – 700 nm što odgovara narandžastom i crvenom delu spektra i odgovara merenoj magenta procesnoj boji.



Grafik 9. Grafički prikaz krive spektralne refleksije za magenta procesnu boju

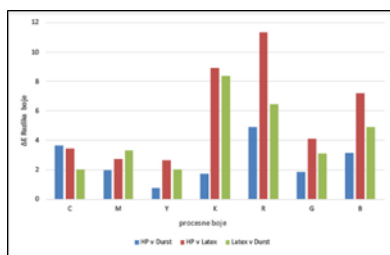
Tokom celog eksperimenta vršena su merenja i svih ostalih spektralnih refleksija za sve četiri procesne boje, kao i crvenu, zelenu i plavu boju, kod rezultata prikazanih za sve tri podloge koje su odštampane na mašinama HP Scitex, HP Latex i Durst, kao i na prethodno prikazanim graficima vrednosti reflektanse su u opsegu vidljivog dela spektra i najveće reflektovane vrednosti boja odgovaraju njihovim talasnim dužinama shodno tome boje su zadovoljavajućeg kvaliteta.

Na grafiku 10 prikazani su Lab vrednosti za backlit materijal kod mašine HP Scitex 5300. CIE Lab sistem određuje boju pomoću standarda za kolorimetriju, čime je nezavistan od uređaja i svetlosti reflektovane od obojenog papira. L koordinata definiše nivo svetline, a koomponenta definiše hromatičnost zeleno u odnosu na crvenu, dok b koomponenta definiše odnos plave u odnosu na žutu.



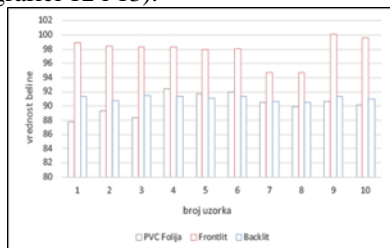
Grafik 10. Grafički prikaz Lab vrednosti za backlit materijal

U eksperimentu su određene Lab vrednosti svih podloga dobijenih na sve tri mašine, a zatim je određena razlika u boji ( $\Delta E$ ) za sve Lab komponente. Grafik 11 prikazuje razliku boja kod backlit podloge. Vrednosti razlika u boji su zadovoljavajuće tokom celog eksperimenta.

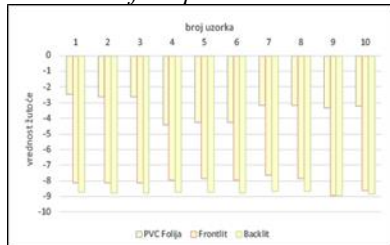


Grafik 11. Grafički prikaz razlike u boji ( $\Delta E$ ) za backlit materijal

U eksperimentu je vršeno merenje vrednosti beline i žutoće otisaka, izmereno je 10 nasumičnih merenja na svim otiscima kako bi se dobio što precizniji i tačniji rezultati (grafici 12 i 13).



Grafik 12. Grafički prikaz vrednosti beline



Grafik 13. Grafički prikaz vrednosti žutoće

Približno izmerene vrednosti žutoće su izmerene kod backlit i frontlit podlogu, dok je najmanje vrednosti žutoće izmerene kod PVC folije. Shodno vrsti materijala vrednosti žutoće su zadovoljavajućih vrednosti.

Merenje kvaliteta linije vršeno je na delu test karte predvođenom za to prikazanog u rezultatima i diskusiji. Rezultati prikazani u tabeli 1 ukazuju na to da je oblik rasterske tačne bliže vrednosti 1 što znači da je tačka kvalitetno reprodukovana. Kod linije meri se površina, visina i širina linije, što govori o ošttrini, moći upijanja i međusobnog spajanja boje, pa je tako ošttriji kvalitet bolji rezultat samog kvaliteta štampe, što je u eksperimentu i postignuto.

Tabela 1. Prikaz rezultata merenja kvaliteta linije kod backlit podloge

		površina	visina	širina		površina	visina	širina
1 pt	C	92,40	2,38	54,90	M	90,74	2,41	54,84
	Y	88,54	2,33	54,84	K	83,18	2,09	54,83
2 pt	C	154,13	3,52	54,79	M	149,35	3,35	54,84
	Y	150,15	3,45	54,68	K	147,67	3,16	54,78

#### 4. ZAKLJUČAK

Kao rezultat polja na test karti za različite vrste materijala gde se pritom vrši štampa različitim štamparskim mašinama može se dobiti uvid u to koliko odstupa kvalitet jedne štamparske mašine u odnosu na drugu i kakav je taj odnos za iste materijale, a kakav je kod upoređivanja različitih materijala međusobno. Koristeći prostor boja može se odrediti položaj boje pomoću dobijenih vrednosti merenja optičkih gustina za sve materijale i mašine. Mala optička gustina ukazuje na nedovoljan nanos boje, koji se mora povećati u štampi, inače može doći do neželjenih efekata pri štampi i ove vrednosti u eksperimentu imaju zadovoljavajuće rezultate i dobar nanos boje spram podloga i mašina za štampu. Lab vrednosti daju uvid u svetlinu boje, odnosno gde se boja nalazi u datom sistemu, gde je udeo svake boje bitan parametar pri kontroli kvaliteta što se u eksperimentu prikazalo kroz grafike, gde rezultati pokazuju na dobre vrednosti sve tri Lab komponente. Vrednosti beline i žutoće merene na podlogama korišćenim u eksperimentu govore o tome da se u samom procesu štampe dodaje belina koja doprinosi da papir i vizuelno deluje belo i samim tim dobije i svetlinu i upoređuje se sa idealno belom bojom, gde svaka od merenih podloga ima dobru belinu, a žutoća kod materijala frontlit je nešto više izražena pa na to svakako treba obratiti pažnju. Pri analiziranju i proceni kvaliteta upotrebom atributa površine i linije, dobija se uvid u to da su shodno upotrebi različite ošttrine linija i kvaliteta rasterske tačke zapažene kod svakog od materijala koje zadovoljavaju upotrebu podloge i namene grafičkog proizvoda.

Konstantna kontrola kvaliteta je neophodna kako bi se proces štampe kod bilo kojeg grafičkog zadatka izvršio što preciznije i skladnije. Takođe je veoma bitan ekološki uticaj štampe, gde je cilj ostvariti što manje zagađenje životne sredine, ali isto tako napraviti podloge otporne na atmosferske nepravilike, jer se mereni materijali u radu većinom upotrebljavaju napolju.

#### 5. LITERATURA

- [1] Novaković D., Kašiković N. (2013), Digitalna štampa - udžbenik, FTN izdavaštvo, Novi Sad.
- [2] Kašiković N., (2018) Materijal sa predavanja –Digitalna štampa [Online] Dostupno na: <http://www.grid.uns.ac.rs/storage/download.php?fajl=999600eb275cc7196161261972daa59b> [Pristupljeno 18.12.2018.]
- [3] Grid (2016) Nova merna oprema u GRID laboratoriji. [Online], Dostupno na: <http://www.grid.uns.ac.rs/vest.html?vest=23>, [Pristupljeno:20.12.2018]